

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 088 578 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**04.04.2001 Bulletin 2001/14**

(51) Int Cl.7: **B01D 3/32, F25J 5/00,  
F25J 3/00, F28D 9/00**

(21) Numéro de dépôt: **00402314.9**

(22) Date de dépôt: **18.08.2000**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorité: **21.09.1999 FR 9911778**

(71) Demandeur: **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME  
POUR  
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES  
GEORGES CLAUDE  
75321 Paris Cédex 07 (FR)**

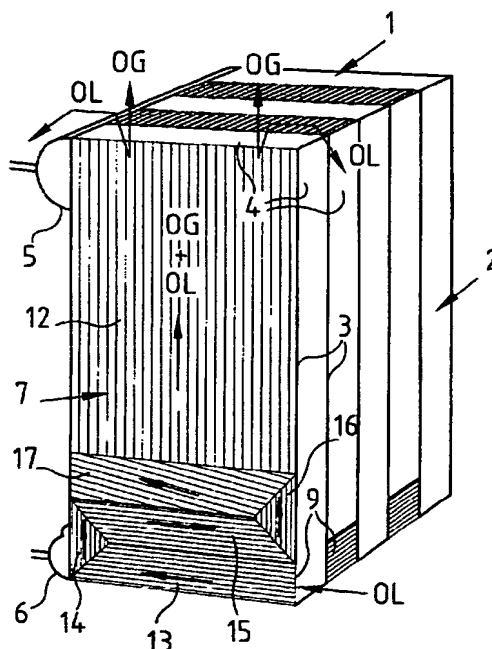
(72) Inventeurs:  
• **Darredeau, Bernard  
78500 Sartrouville (FR)**  
• **Fuentes, François  
78110 le Vesinet (FR)**  
• **Lehman, Jean-Yves  
94700 Maisons Alfort (FR)**  
• **Wagner, Marc  
94100 Saint Maur des Fosses (FR)**

(74) Mandataire: **Mercey, Fiona Susan et al  
L'Air Liquide SA,  
DSPI - Service Brevets & Marques,  
75 Quai d'Orsay  
75321 Paris Cedex 07 (FR)**

(54) **Vaporiseur-condenseur à thermosiphon et installation de distillation d'air correspondante**

(57) Dans ce vaporiseur-condenseur à thermosiphon, les passages de vaporisation (7, 8) ont une section variable et présentent sur leur longueur une section de passage qui augmente de bas en haut.

Application aux vaporiseurs-condenseurs principaux des doubles colonnes de distillation d'air.



**FIG.1**

**EP 1 088 578 A1**

## Description

**[0001]** La présente invention est relative à un vaporiseur-condenseur à thermosiphon, du type comprenant un empilement de plaques parallèles, de barres de fermeture et d'ondes-entretoises, qui définissent une première série de passages pour un fluide à vaporiser alimenté en source, et une seconde série de passages pour au moins un fluide de chauffage.

**[0002]** L'invention s'applique en particulier aux vaporiseurs-condenseurs principaux des appareils de distillation d'air, qui vaporisent l'oxygène liquide sous basse pression (typiquement légèrement supérieure à la pression atmosphérique) par condensation d'azote moyenne pression (typiquement de 5 à 6 bars absolus), et elle sera expliquée ci-dessous dans cette application.

**[0003]** L'invention a pour but d'obtenir un échange thermique important entre les deux fluides grâce à un taux de recirculation élevé du liquide, c'est-à-dire avec une résistance à l'écoulement du liquide relativement faible.

**[0004]** A cet effet, l'invention a pour objet un vaporiseur-condenseur du type précité, caractérisé en ce que les passages de la première série de passage ont une section variable et présentent sur leur longueur une section de passage qui augmente de bas en haut.

**[0005]** Le vaporiseur-condenseur suivant l'invention peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes leurs combinaisons techniquement possibles :

- dans une première région de chaque passage à section variable où le fluide véhiculé est essentiellement liquide, ce fluide est guidé suivant un trajet globalement transversal par rapport à la longueur du passage, tandis que, dans une seconde région de ce passage où le fluide est diphasique, ce fluide est guidé suivant un trajet longitudinal par rapport à la longueur du passage, ce trajet longitudinal ayant une section de passage supérieure à celle du trajet globalement transversal ;
- dans ladite première région, le fluide est guidé suivant un trajet en zigzag ;
- le trajet en zigzag comprend au moins un tronçon dont la largeur est supérieure à celle d'un tronçon précédent du zigzag ;
- en regard de ladite première région, les passages de la deuxième série de passages définissent également un trajet globalement transversal pour le fluide de chauffage ;
- chaque passage à section variable contient une onde dont l'épaisseur de tôle diminue, et/ou dont elle augmente, d'un tronçon à un tronçon plus dudit passage, à partir d'une région de celui-ci où le fluide véhiculé est essentiellement liquide ;
- chaque passage à section variable contient sur toute sa longueur une onde uniforme, l'espace délimité par chaque ondulation étant libre dans un tronçon

d'extrémité inférieure du passage et partiellement obturé par des éléments de section croissante vers le tronçon d'extrémité supérieure du passage ;

- la phase vapeur du fluide de chauffage circule de bas en haut dans la seconde série de passages, et un nombre croissant de passages sont affectés au premier fluide de l'extrémité inférieure à l'extrémité supérieure du vaporiseur-condenseur ;
- la phase vapeur du fluide de chauffage circule de bas en haut dans la seconde série de passages, et une partie au moins des plaques ne s'étend que sur une partie de la longueur du vaporiseur-condenseur et sont progressivement décalées transversalement les unes par rapport aux autres de façon à délimiter des passages d'épaisseur progressivement croissante de bas en haut pour le fluide à vaporiser et des passages d'épaisseur progressivement décroissante de bas en haut pour le fluide de chauffage ;
- dans chaque région de transition correspondant à un changement de la section de passage affectée à chaque fluide, il est prévu deux barres de fermeture espacées l'une de l'autre, l'espace situé entre ces deux barres étant destiné à être mis à une pression inférieure à celle de chacun des deux fluides ;
- le vaporiseur-condenseur est constitué de plusieurs corps d'échangeurs superposés, la section de passage affectée à chaque fluide étant constante le long de chaque corps et variable d'un corps au suivant.

**[0006]** L'invention a également pour objet une installation de distillation d'air comprenant un appareil de distillation d'air muni d'un vaporiseur-condenseur pour vaporiser de l'oxygène liquide sous basse pression par condensation d'azote sous moyenne pression, ce vaporiseur-condenseur étant tel que défini ci-dessus.

**[0007]** Des exemples de réalisation de l'invention vont maintenant être décrits en regard des dessins annexés, sur lesquels :

- les Figures 1 et 2 représentent schématiquement, en perspective, un vaporiseur-condenseur suivant l'invention, avec une coupe longitudinale effectuée respectivement dans un passage d'oxygène et dans un passage d'azote ;
- la Figure 3 représente schématiquement un deuxième mode de réalisation du vaporiseur-condenseur suivant l'invention, en coupe longitudinale dans un passage d'oxygène ;
- les Figures 4 à 6 sont des vues prises respectivement en coupe suivant les lignes IV-IV à VI-VI de la Figure 3 ;
- les Figures 4A à 6A sont des vues analogues aux Figures 4 à 6, respectivement, mais relatives à une variante ;
- la Figure 7 est une vue prise suivant la flèche VII de la Figure 3 ;

- la Figure 7A est une vue analogue à la Figure 7 de la variante illustrée aux Figures 4A à 6A ;
- la Figure 8 est une vue partielle schématique, en coupe verticale transversale, d'un vaporiseur-condenseur suivant un troisième mode de réalisation de l'invention ;
- la Figure 9 est une vue partielle schématique, en coupe verticale transversale, d'un vaporiseur-condenseur suivant un quatrième mode de réalisation de l'invention ;
- la Figure 10 est une vue schématique, en coupe longitudinale dans un passage d'oxygène, d'un vaporiseur-condenseur suivant un cinquième mode de réalisation de l'invention ;
- la Figure 11 est une vue schématique du vaporiseur-condenseur de la Figure 10, prise en coupe longitudinale dans un passage d'azote ; et
- la Figure 12 est une vue schématique en perspective, avec arrachement, d'une zone de liaison entre deux corps d'échangeur du vaporiseur-condenseur de la Figure 11.

[0008] On a représenté aux Figures 1 et 2 un vaporiseur-condenseur 1 d'une double colonne de distillation d'air non représentée, destiné à vaporiser l'oxygène liquide de cuve de la colonne basse pression par condensation d'azote gazeux de tête de la colonne moyenne pression. Il s'agit d'un vaporiseur-condenseur du type « à bain » ou « à thermosiphon ».

[0009] Le vaporiseur-condenseur 1 comprend un corps d'échangeur unique 2 de forme générale parallélépipédique. Ce corps est constitué d'un empilement de plaques rectangulaires verticales 3, toutes identiques, de barres de fermeture périphériques 4 et d'ondes-entretoises, par exemple en tôle ondulée perforée, décrites plus loin. L'ensemble est brasé au four en une seule opération. Sur ce corps 2 sont soudées deux boîtes de forme générale semi-cylindrique, à savoir une boîte latérale supérieure 5 d'entrée d'azote gazeux et une boîte latérale inférieure 6 de sortie d'azote liquide.

[0010] Sur les Figures 1 à 3 et 8 à 11, les tranches des plaques ainsi que les barres de fermeture vues en coupe longitudinale sont simplement représentées par des traits gras, pour la clarté du dessin.

[0011] Chaque paire de plaques 3 adjacentes délimite un passage de forme générale plate. Ces passages sont alternativement des passages d'oxygène 7 (Figure 1) et des passages d'azote 8 (Figure 2). Les barres 4 ferment le pourtour de ces passages, à l'exception d'ouvertures d'entrée/sortie pour les fluides.

[0012] Ainsi, les passages 7 sont fermés latéralement sur toute leur hauteur, à l'exception d'une fenêtre latérale inférieure 9 opposée à la boîte 6. Ils sont totalement ouverts vers le haut et totalement fermés vers le bas. Au contraire, les passages 8 sont fermés sur toute leur périphérie à l'exception d'une fenêtre latérale supérieure 10 d'entrée d'azote gazeux, sur laquelle débouche la boîte 5, et d'une fenêtre latérale inférieure 11 de sortie

d'azote liquide, sur laquelle débouche la boîte 6.

[0013] Sur la majeure partie de sa longueur à partir de sa sortie supérieure, chaque passage 7 contient une onde-entretoise 12 à génératrices verticales. Sur le reste de sa longueur, il contient une succession d'ondes qui forment, éventuellement avec deux barres séparatrices transversales partielles comme illustré, un trajet en zigzag à partir de la fenêtre 9 : une onde d'entrée 13 à génératrices horizontales, une première onde triangulaire de renvoi 14 à génératrices verticales, et une onde de retour 15 à génératrices horizontales. Cette dernière débouche sur une seconde onde triangulaire de renvoi 16 à génératrices verticales, qui débouche elle-même sur une onde oblique 17 qui redistribue le fluide sur toute la largeur de l'onde 12.

[0014] Chaque passage 8 (Figure 2) contient à son sommet une onde oblique 18 adaptée pour distribuer l'azote gazeux qui entre par la boîte 5 sur toute la largeur d'une onde principale 19 à génératrices verticales. Audessous de celle-ci se trouve une onde collectrice oblique 20 qui rassemble l'azote essentiellement liquide sur une onde triangulaire 21 de renvoi à génératrices verticales. Cette dernière débouche à son tour sur une onde 22 d'évacuation d'azote liquide à génératrices horizontales, laquelle se termine sur la fenêtre 11. Là encore, comme illustré, une barre transversale partielle peut être prévue entre les ondes 20 et 22.

[0015] En fonctionnement, le vaporiseur-condenseur est à peu près totalement immergé dans l'oxygène liquide rassemblé en cuve de la colonne basse pression. L'oxygène liquide est introduit simultanément dans tous les passages 7 via les fenêtres 9, c'est-à-dire qu'il alimente ces passages en source. Du fait de la hauteur hydrostatique du bain, l'oxygène liquide est alors sous-refroidi. Il parcourt horizontalement l'onde 13 puis l'onde 15, suivant deux trajets de faible section d'écoulement formant un zigzag. Il commence à se vaporiser dans l'onde 15, de sorte que sa densité diminue. Il est alors distribué par l'onde 17 dans l'onde 12, qui offre au fluide diphasique ascendant une section d'écoulement nettement supérieure.

[0016] Ainsi, la section de passage augmente lorsque le volume massique du fluide augmente. Ceci conduit à un écoulement facilité, et donc à une meilleure recirculation de l'oxygène. Le coefficient d'échange thermique côté oxygène, qui dépend de la vitesse de circulation, est ainsi amélioré.

[0017] L'oxygène diphasique sort au sommet des passages 7. L'oxygène gazeux monte dans la colonne basse pression, tandis que l'oxygène liquide en excès retombe dans le bain d'oxygène liquide par débordement, comme indiqué par les flèches sur la Figure 1.

[0018] De même, l'azote gazeux distribué par l'onde 18 s'écoule tout d'abord le long de l'onde 19, avec une section d'écoulement importante. Puis, lorsqu'une fraction substantielle de l'azote est condensée, l'azote est rassemblé par l'onde 20 dans l'onde 22, qui lui offre une section d'écoulement nettement réduite. L'onde 22 con-

fère au trajet de l'azote une configuration adaptée à celle du trajet de l'oxygène dans la zone, située en regard, de l'onde 13.

**[0019]** L'azote liquide retombe en reflux, via la boîte 6, dans la colonne moyenne pression. Les « incondensables » (hydrogène, hélium et néon) sont évacués de la double colonne via une conduite 23 piquée au sommet de la boîte 6.

**[0020]** Dans l'exemple représenté, il est prévu un aller-retour horizontal pour l'oxygène essentiellement liquide, suivant les ondes 13 et 15, lesquelles ont la même largeur verticale. En variante, le nombre de trajets horizontaux que parcourt initialement l'oxygène peut être inférieur au supérieur à deux, et, lorsqu'il est supérieur ou égal à deux, les sections d'écoulement de ces trajets peuvent être progressivement croissantes au fur et à mesure de la réduction de la densité du fluide. Des remarques analogues s'appliquent bien entendu aux passages 8.

**[0021]** Dans le mode de réalisation des Figures 3 à 7, les fenêtres latérales 9 sont supprimées et les passages 7 sont totalement ouverts vers le bas. Chaque passage d'oxygène 7 contient sur toute sa hauteur une onde 12 à génératrices verticales. Cependant, l'onde 12 a un pas variable, de plus en plus large de bas en haut, et/ou est constituée d'une tôle de plus en plus mince de bas en haut, ceci afin d'augmenter progressivement la section de passage de l'oxygène.

**[0022]** En variante ou en supplément, dans le même but (Figures 4A à 7A), les espaces 24 délimités par les ondulations sont libres dans le tronçon supérieur 25 du passage, alors que, dans les tronçons 26 à 28 situés au-dessous, ils sont progressivement de plus en plus obstrués par des inserts. Dans le deuxième tronçon à partir du haut, référencé 26, les inserts sont des tôles en U à paroi mince 29. Dans le troisième tronçon à partir du haut, référencé 27, ce sont des tôles en U à paroi épaisse 30. Dans le tronçon inférieur 28, ce sont des barres pleines 31 reliées à une tige-support 32 à la manière d'un peigne, chaque tige 32 s'appliquant sur la tranche d'extrémité inférieure de l'onde 12 correspondante, en laissant libre une fraction importante de la section d'entrée du passage 7 comme on le voit sur la Figure 7A.

**[0023]** Comme on le comprend, des dispositions analogues peuvent être prévues pour les passages d'azote 8.

**[0024]** Le vaporiseur-condenseur de la Figure 8 fonctionne avec une circulation ascendante de l'azote gazeux et descendante de l'azote liquide, c'est-à-dire en déphlegmateur. De plus, comme dans l'exemple précédent, les passages d'oxygène sont totalement ouverts vers le bas. L'azote gazeux pénètre dans les passages d'azote par une boîte d'entrée latérale inférieure 105, laquelle sert aussi à l'évacuation de l'azote liquide, et les incondensables sont évacués via une boîte de sortie supérieure 106.

**[0025]** Une plaque 3A sur quatre seulement est con-

tinue sur toute la hauteur du corps d'échangeur 2, tandis que les trois plaques intermédiaires sont divisées en trois tronçons. Ainsi, en considérant les plaques de gauche à droite sur la Figure 8 :

- 5 - la deuxième plaque 3B comporte, de haut en bas, un tronçon supérieur de hauteur  $h_1$ , un tronçon intermédiaire de hauteur  $h_2$  et un tronçon inférieur de hauteur  $h_3$  ;
- 10 - la troisième plaque 3C comporte un tronçon supérieur de hauteur  $h_4$  inférieur à  $h_1$ , un tronçon intermédiaire de hauteur  $h_5$  supérieur à  $h_2$ , qui se termine vers le bas au même niveau que le tronçon intermédiaire de la plaque 3B, et un tronçon inférieur de hauteur  $h_3$  ; et
- 15 - la quatrième plaque 3D comporte un tronçon supérieur de hauteur  $h_4$ , un tronçon intermédiaire de hauteur  $h_6$  inférieur à  $h_5$ , dont l'extrémité supérieure est au même niveau que celle du tronçon intermédiaire de la plaque 3C, et un tronçon inférieur de hauteur  $h_7$  supérieur à  $h_3$ .

**[0026]** Ainsi, le tronçon intermédiaire de la plaque milieu 3C chevauche à la fois l'extrémité inférieure du tronçon supérieur de la plaque 3B et l'extrémité supérieure du tronçon inférieur de la plaque 3D. Des barres de fermeture 4BC et 4CD relient de façon étanche les parties de ces trois plaques qui se trouvent en regard, et des interruptions telles que 33, 34 sont prévues entre les tronçons des plaques 3B à 3D, et dans les ondes correspondantes, qui sont toutes à génératrices verticales.

**[0027]** Ainsi, au cours de son mouvement ascendant, la section de passage de l'oxygène est multipliée par deux sur la hauteur des tronçons intermédiaires, puis augmentée de 50% sur la hauteur des tronçons supérieurs. Corrélativement, la section de passage de l'azote est réduite d'un tiers sur la hauteur des tronçons intermédiaires, puis divisée par deux sur celle des tronçons supérieurs.

**[0028]** Pour faciliter les changements de section de passage, comme représenté, les barres 4BC et 4 CD ont avantageusement des bords supérieur et inférieur obliques, qui leur confèrent une section en parallélogramme. De plus, on peut prévoir des entretoises très ajourées dans les espaces 33 et 34.

**[0029]** On retrouve les mêmes variations de section de passage dans le mode de réalisation de la Figure 9, qui diffère du précédent par la suppression des tronçons inférieur et intermédiaire de la plaque 3B, supérieur et inférieur de la plaque 3C, supérieur et intermédiaire de la plaque 3D. En outre, les ondes ont des hauteurs variables, correspondant aux écartements des tronçons de plaques dans les trois tronçons superposés de l'échangeur.

**[0030]** Pour éviter tout risque de contamination mutuelle des deux fluides, les barres 4BC et 4 CD de la Figure 8 sont remplacées par des paires de barres espacées, avec entre elles un espace libre 35 relié à un

dispositif de mise en dépression (non représenté).

**[0031]** Le mode de réalisation des Figures 10 à 12 fonctionne sur le même principe que celui de la Figure 9, à savoir avec une section de passage progressivement croissante de bas en haut pour l'oxygène et une section de passage progressivement décroissante de bas en haut pour l'azote. Sur les Figures 10 et 11, la schématisation est analogue à celle de la Figure 3. La différence réside dans le fait que les trois tronçons d'échange de chaleur sont réalisés respectivement dans trois corps d'échangeurs différents 2A, 2B et 2C, avec des liaisons entre les passages respectifs de ces corps d'échangeurs.

**[0032]** Ainsi, les plaques extrêmes 103 sont communes aux trois corps d'échangeurs, et des plaques verticales transversales 36 assurent une liaison étanche entre ces deux plaques, le bord supérieur du corps d'échangeur inférieur et le bord inférieur du corps supérieur (seuls les contours d'une telle plaque ont été représentés sur la Figure 12, pour plus de clarté). Ces plaques 36 peuvent être planes comme représenté sur la Figure 12, ou éventuellement bombées vers l'extérieur comme indiqué sur les Figures 10 et 11 pour mieux résister à la pression de l'azote.

**[0033]** De cette manière, il existe entre les corps superposés des espaces libres 37 qui, en service, sont entièrement remplis d'oxygène diphasique.

**[0034]** Pour permettre à l'azote de franchir chaque espace 37, il est prévu quatre boîtes latérales 38 qui chevauchent à la fois les fenêtres supérieures 39 de sortie d'azote gazeux du corps inférieur et les fenêtres inférieures 40 d'entrée d'azote gazeux et de sortie d'azote liquide du corps supérieur. Dans chaque boîte 38 sont prévus d'une part un déflecteur supérieur 41 qui descend à partir du bord inférieur du corps supérieur, et d'autre part un déflecteur inférieur 42 qui monte à partir de la paroi de la boîte 38 et est disposé en quinconce sous le déflecteur 41. Cet agencement en chicane permet d'assurer une évacuation partielle de l'azote liquide à deux niveaux intermédiaires du vaporiseur-condenseur, ainsi qu'une montée sans entrave de l'azote gazeux d'un corps à l'autre.

## Revendications

1. Vaporiseur-condenseur (1) à thermosiphon, du type comprenant un empilement de plaques parallèles (3), de barres de fermeture (4 ; 4BC ; 4CD) et d'ondes-entretroises (12 à 22), qui définissent une première série de passages (7) pour un fluide à vaporiser alimenté en source, et une seconde série de passages (8) pour au moins un fluide de chauffage, caractérisé en ce que les passages (7) de la première série de passages ont une section variable et présentent sur leur longueur une section de passage qui augmente de bas en haut.
2. Vaporiseur-condenseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que, dans une première région (13 à 15) de chaque passage à section variable (7) où le fluide véhiculé est essentiellement liquide, ce fluide est guidé suivant un trajet globalement transversal par rapport à la longueur du passage, tandis que, dans une seconde région de ce passage où le fluide est diphasique, ce fluide est guidé suivant un trajet (12) longitudinal par rapport à la longueur du passage, ce trajet longitudinal ayant une section de passage supérieure à celle du trajet globalement transversal.
3. Vaporiseur-condenseur suivant la revendication 2, caractérisé en ce que dans ladite première région, le fluide est guidé suivant un trajet en zigzag (13 à 15).
4. Vaporiseur-condenseur suivant la revendication 3, caractérisé en ce que le trajet en zigzag comprend au moins un tronçon dont la largeur est supérieure à celle d'un tronçon précédent du zigzag.
5. Vaporiseur-condenseur suivant l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que, en regard de ladite première région (13 à 15), les passages (8) de la deuxième série de passages définissent également un trajet globalement transversal (22) pour le fluide de chauffage.
6. Vaporiseur-condenseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que chaque passage à section variable (7, 8) contient une onde dont l'épaisseur de tôle diminue, et/ou dont le pas augmente, d'un tronçon (28, 27, 26) à un tronçon plus élevé (27, 26, 25) dudit passage, à partir d'une région (28) de celui-ci où le fluide véhiculé est essentiellement liquide.
7. Vaporiseur-condenseur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que chaque passage à section variable contient sur toute sa longueur une onde (12) uniforme, l'espace délimité par chaque ondulation étant libre dans un tronçon d'extrémité inférieure (25) du passage et partiellement obturé par des éléments (29, 30, 31) de section croissante vers le tronçon d'extrémité supérieure (28) du passage.
8. Vaporiseur-condenseur suivant la revendication 1, à condensation du fluide de chauffage, caractérisé en ce que la phase vapeur du fluide de chauffage circule de bas en haut dans la seconde série de passages, et en ce qu'un nombre croissant de passages (3B, 3C, 3D) sont affectés au premier fluide de l'extrémité inférieure à l'extrémité supérieure du vaporiseur-condenseur.
9. Vaporiseur-condenseur suivant la revendication 1, à condensation du fluide de chauffage, caractérisé

en ce que la phase vapeur du fluide de chauffage circule de bas en haut dans la seconde série de passages, et en ce qu'une partie au moins (3B, 3C, 3D) des plaques ne s'étend que sur une partie de la longueur du vaporiseur-condenseur et sont progressivement décalées transversalement les unes par rapport aux autres de façon à délimiter des passages d'épaisseur progressivement croissante de bas en haut pour le fluide à vaporiser et des passages d'épaisseur progressivement décroissante de bas en haut pour le fluide de chauffage.

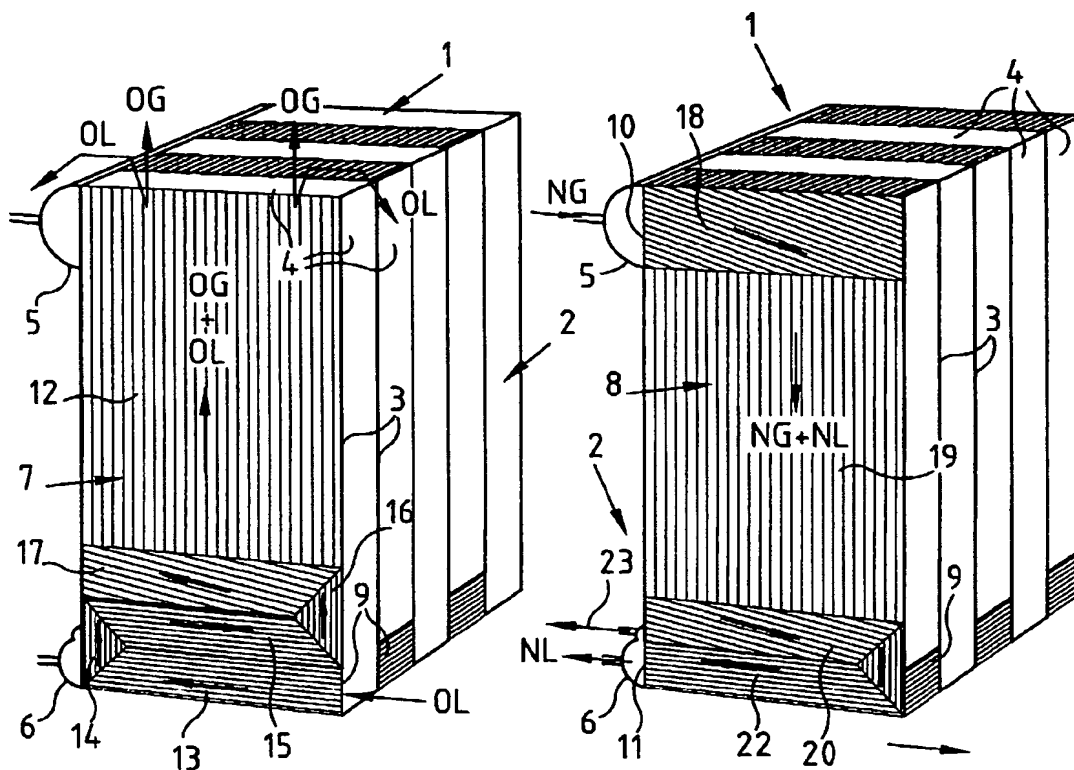
10. Vaporiseur-condenseur suivant la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que, dans chaque région de transition correspondant à un changement de la section de passage affectée à chaque fluide, il est prévu deux barres de fermeture espacées l'une de l'autre, l'espace (35) situé entre ces deux barres étant destiné à être mis à une pression inférieure à celle de chacun des deux fluides.
11. Vaporiseur-condenseur suivant la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce qu'il est constitué de plusieurs corps d'échangeurs superposés (2A, 2B, 2C), la section de passage affectée à chaque fluide étant constante le long de chaque corps et variable d'un corps au suivant.
12. Installation de distillation d'air, du type comprenant un appareil de distillation d'air muni d'un vaporiseur-condenseur pour vaporiser de l'oxygène liquide sous basse pression par condensation d'azote sous moyenne pression, caractérisée en ce que le vaporiseur-condenseur (1) est conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 11.

40

45

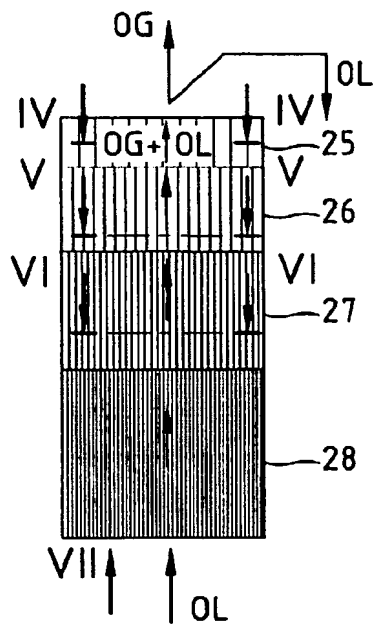
50

55

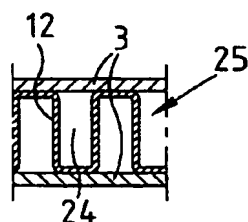


**FIG. 1**

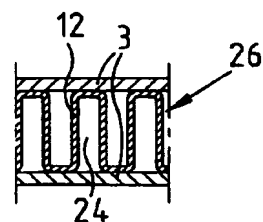
**FIG. 2**



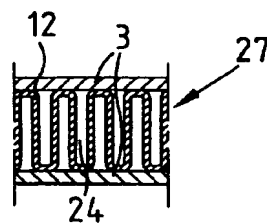
**FIG. 3**



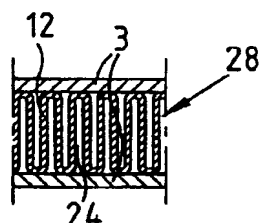
**FIG. 4**



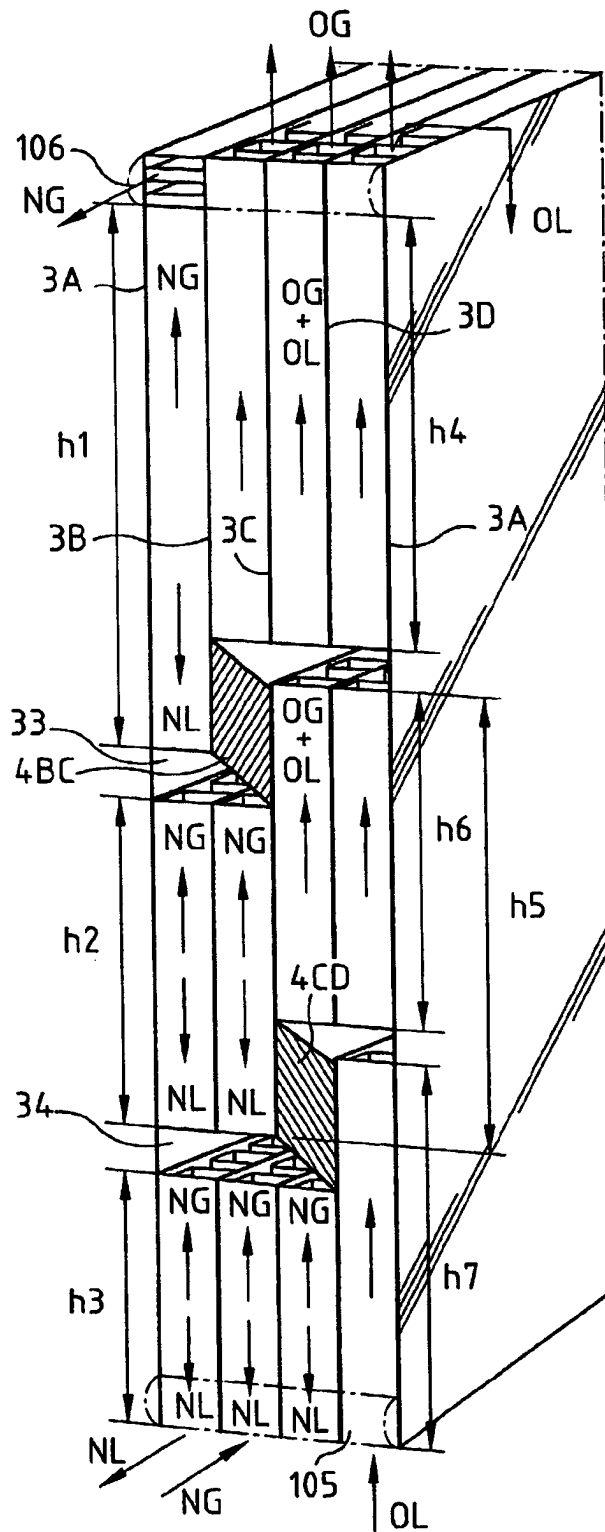
**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**



**FIG.8**



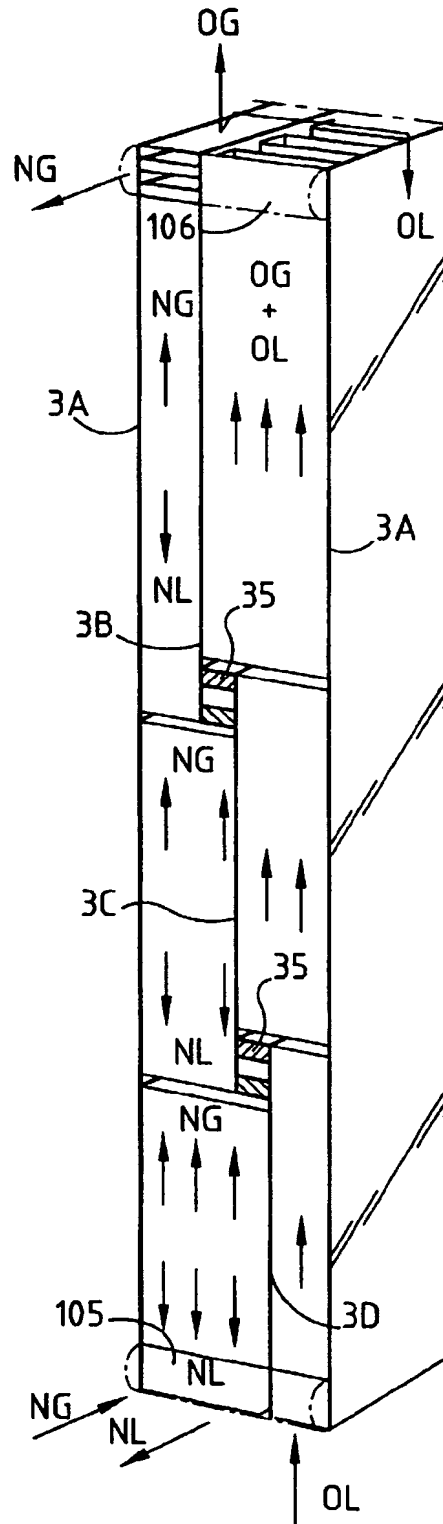


FIG. 9

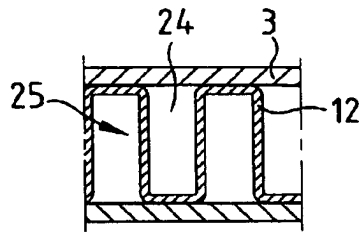


FIG. 4A

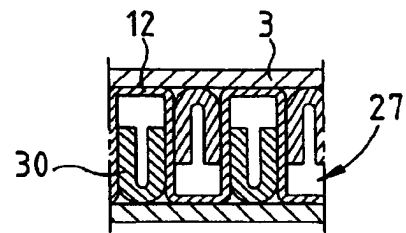


FIG. 6A

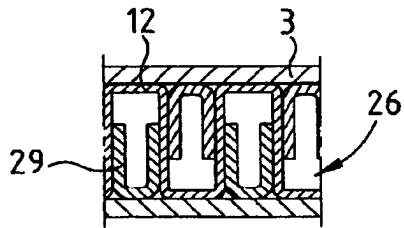


FIG. 5A

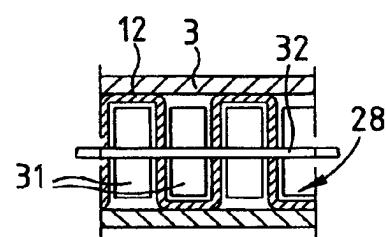


FIG. 7A

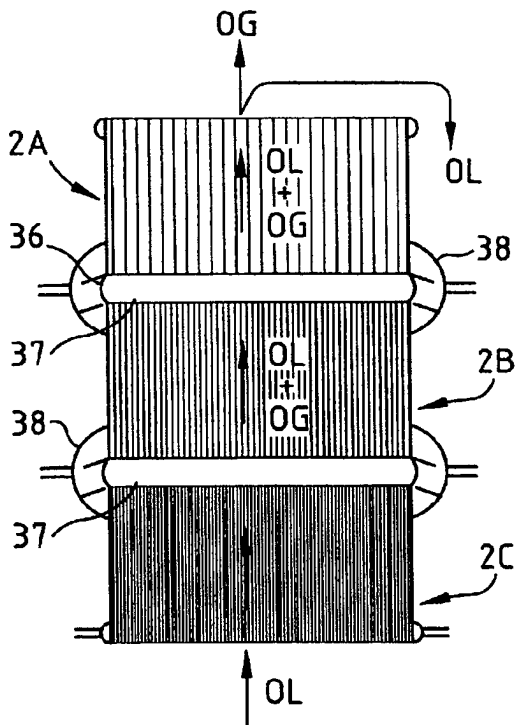


FIG. 10

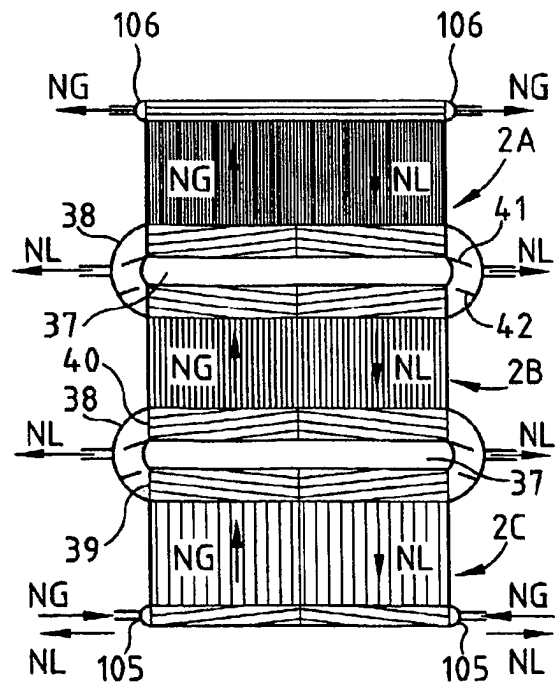


FIG. 11

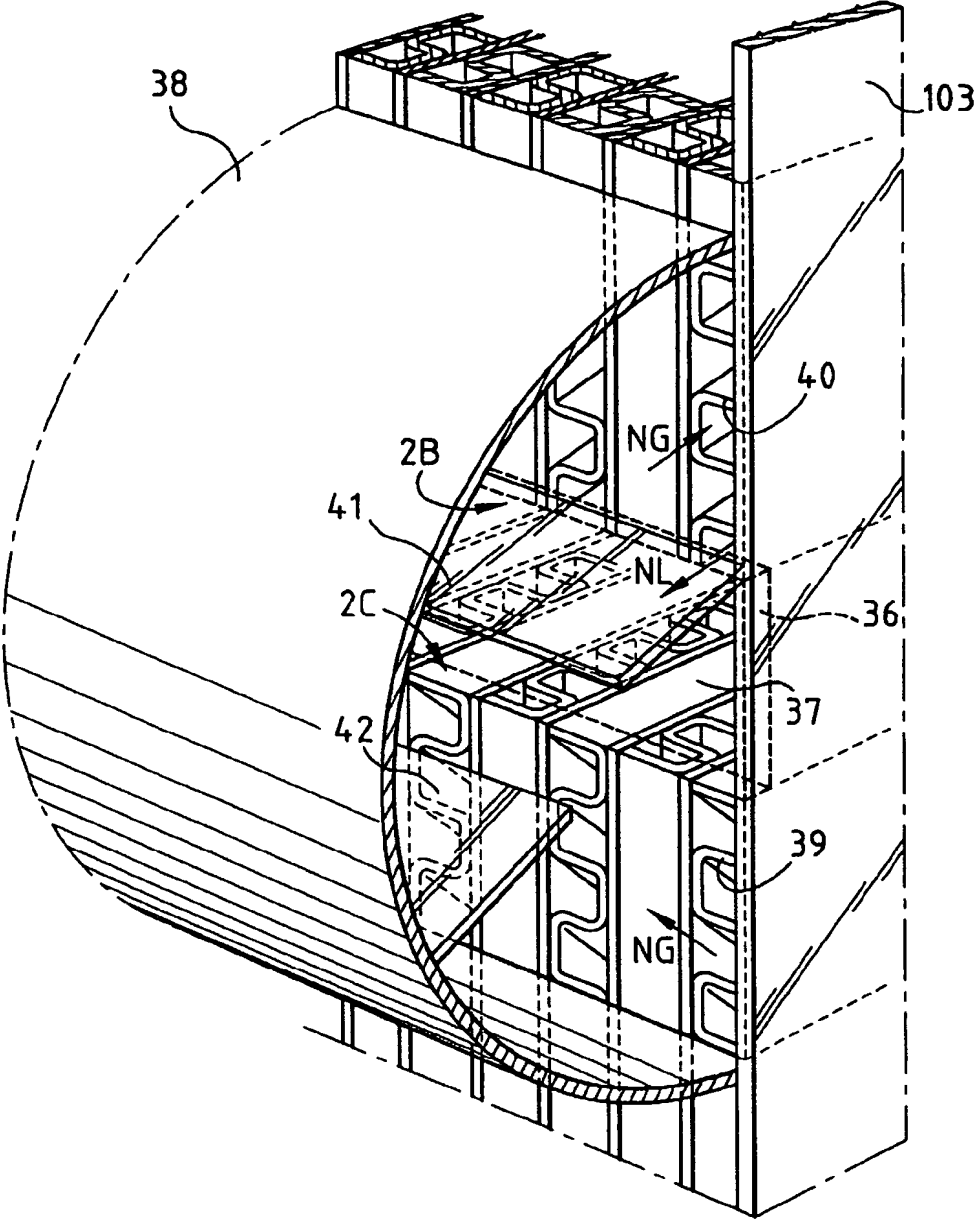


FIG.12



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 00 40 2314

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	EP 0 740 119 A (AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC.) 30 octobre 1996 (1996-10-30) * revendications 1-10, 16; figures *	1-12	B01D3/32 F25J5/00 F25J3/00 F28D9/00
A	EP 0 501 471 A (AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC.) 2 septembre 1992 (1992-09-02) * revendications 10-26; figure 1 *	1-12	
A	US 4 715 433 A (A. SCHWARZ ET AL.) 29 décembre 1987 (1987-12-29) * revendications; figures 8, 9 *	1-12	
A	US 4 599 097 A (P. PETIT ET AL.) 8 juillet 1986 (1986-07-08) * revendications 9-28; figures 2-8 *	1-12	
A	US 5 333 683 A (P. ARRIULOU ET AL.) 2 août 1994 (1994-08-02) * revendications; figures *	1-12	
A	US 5 724 834 A (V. SRINIVASAN) 10 mars 1998 (1998-03-10) * revendications 4-7; figures 2, 3 *	1-12	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
BERLIN		29 novembre 2000	Cordero Alvarez, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPC FORM 1503 03 82 (P4/C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 00 40 2314

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

29-11-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 740119 A	30-10-1996	US 5730209 A	24-03-1998
		CN 1159568 A	17-09-1997
		JP 9101095 A	15-04-1997
		KR 225298 B	15-10-1999
EP 501471 A	02-09-1992	US 5122174 A	16-06-1992
		DE 69203111 D	03-08-1995
		DE 69203111 T	04-01-1996
		ES 2076581 T	01-11-1995
		JP 2014105 C	02-02-1996
		JP 5079775 A	30-03-1993
		JP 7031015 B	10-04-1995
US 4715433 A	29-12-1987	AUCUN	
US 4599097 A	08-07-1986	FR 2547898 A	28-12-1984
		AT 37229 T	15-09-1988
		AU 566656 B	29-10-1987
		AU 2956384 A	31-01-1985
		BR 8403038 A	28-05-1985
		CA 1245627 A	29-11-1988
		DE 3474059 D	20-10-1988
		EP 0130122 A	02-01-1985
		ES 533634 D	16-09-1985
		ES 8600489 A	01-01-1986
		IN 160739 A	01-08-1987
		JP 1825173 C	28-02-1994
		JP 5031042 B	11-05-1993
		JP 60017601 A	29-01-1985
		PT 78780 A	01-07-1984
US 5333683 A	02-08-1994	US RE33026 E	22-08-1989
		ZA 8404598 A	27-02-1985
US 5724834 A	10-03-1998	FR 2685071 A	18-06-1993
		CA 2084920 A	12-06-1993
		CN 1073259 A, B	16-06-1993
		DE 69209994 D	23-05-1996
		DE 69209994 T	05-09-1996
		EP 0546947 A	16-06-1993
		JP 5280881 A	29-10-1993
US 5724834 A	10-03-1998	US 5438836 A	08-08-1995
		BR 9503333 A	21-05-1996
		CN 1128343 A	07-08-1996
		DE 69516594 D	08-06-2000
		DE 69516594 T	21-09-2000

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 00 40 2314

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits members sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

29-11-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5724834 A		EP 0695921 A	07-02-1996
		ES 2145184 T	01-07-2000
		JP 3051662 B	12-06-2000
		JP 8061868 A	08-03-1996
		KR 227238 B	01-11-1999
		US 5537840 A	23-07-1996

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82